



磁気光学材料による画像表示

凸版印刷(株)
平野 輝美・吉田 兼紀

東京工業大学 総理工
山崎 陽太郎

はじめに

コンピュータのファイル記録、音楽用テープ、ビデオテープ、キャッシュカード、テレホンカード等のカード類、鉄道のキップ、各種の入場券や、パチンコの玉数記録にまでおよぶ磁気記録技術は、優れた書き換え可能型情報記録技術である。しかし一方、磁気記録された内容は直接目で見ることができない。もし簡単な方法で、磁気カード等に目に見える情報を書き込むことができたなら、様々な応用が広がる。音楽テープやビデオテープに記録してある内容について、その目次やタイトルを直接テープに表示できる可能性もある。また、プリペイドカードの残高とか、キップの行き先とかを表示することもできる。

我々は、代表的な磁気光学(MO: Magneto-optical)材料である光透過性鉄ガーネット微粒子を合成し、塗布法によって透明なMO膜を作製した¹⁾。

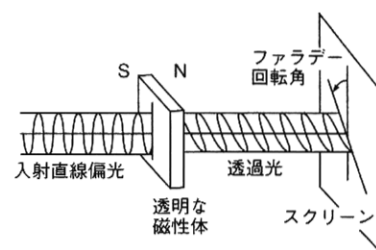
本稿では、作製したMO膜を使って、磁界パターンを可視化することができたので紹介する。この膜を使って磁気記録パターンを観察することにも成功しており、より性能の高いMO膜を開発することによって応用分野がさらに広がると思われる。

磁気光学効果

磁化した磁性体中を透過する光や、表面で反射した光は磁性体中の磁気モーメントの影響を受ける。すなわち、光と磁気は物質を介して相互作用を行う。これを磁気光学(MO)効果という²⁾。透過光に対するMO効果をファラデー効果、また反射光に対するMO効果を磁気カー効果と呼ぶ。両者とも、磁性体により偏光面が回転する現象である。第1図は直線偏光が磁性体を通ることにより、ファラデー効果によって偏光面が回転することを示している。

磁気カー効果は光磁気ディスクの読み出しに利用されているが、偏光面の回転が極めて小さいので、精密な光学系を使って読み出しが行われる³⁾。

ファラデー効果は、磁気カー効果にくらべて偏光面の回転が大きい。しかし、通常の金属磁性体は、光が透過しにくいため利用は難しい。鉄ガーネットなどの酸化物磁性体は、比較的光を透過するので利用できる可能性が高い。本研究で調べたビスマスを置換した鉄ガーネット結晶(Bi-YIG)は、大きなファラデー効果と光透過性を持ち、将来の光磁気ディスク材料としても期待されている。しかし、膜を作製するには、スパッタなどのドライプロセスや液相エピタキシャル成長等の高温プロセスを必要とし、その利用は



第1図 ファラデー効果

極めて限られている。

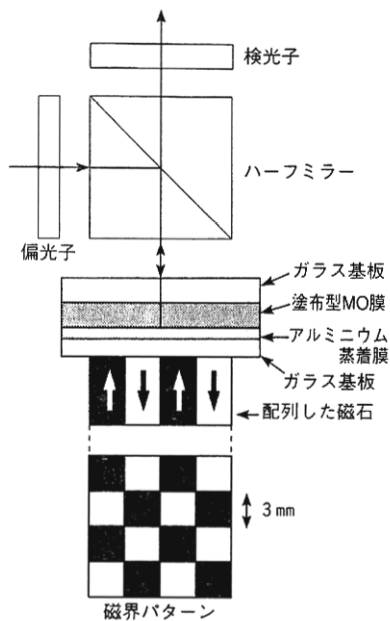
塗布型MO膜の開発

我々は、ビスマスを高濃度で置換したガーネット微粒子を調製し、塗布法により可視領域で性能の高いMO膜を作することに成功した⁴⁾。

磁性ガーネットを合成するためには高い温度の結晶化工程を必要とする。このため、熱に弱いプラスチックベース上にガーネット薄膜を直接合成することは難しい。塗布法は、この問題点を解決できる成膜法である。

MOコントラストの観察

磁化パターンを持つMO膜を、第2図に示すような光学系で観察したらどうなるだろうか。光は偏光子で直線偏光となり、磁石により特定のパターンに磁化されたMO膜を通過する。さらにミラーで



第2図 磁気光学 (MO) コントラスト観察用光学系

反射され、再びMO膜を通過し、検光子を経て観察される。偏光子と検光子の間の角度を適当にセットすると、磁石の磁界パターンをファラデー効果を介して光の透過量、すなわち明暗コントラストとして観察することができる。第2図の装置を使って、市松模様の磁界パターンを観察した写真を写真1に示す。写真に示すような簡単な装置を使い、通常の写真フィルムを使って撮影したものである。第2図の中に示した磁石の市松模様が明瞭なコントラストのパターンとして観察することができた。磁界が反転する境界部分では、磁化が面内方向を向き、垂直磁化成分がゼロとなるため、ファラデー回転を起こさない。そのため $\phi = 0.0$ ではモザイク磁石の境界部分だけが黒い格子となって表示されている。

MO膜による画像表示の例

市松模様の磁化パターンを可視化することができたが、この原理を用いてより複雑な磁化パターンを表示することが可

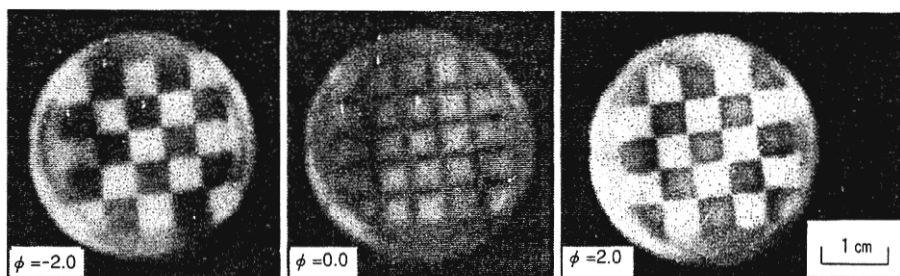


写真1 ガラス基板上に塗布したMO膜による磁界パターンの表示例

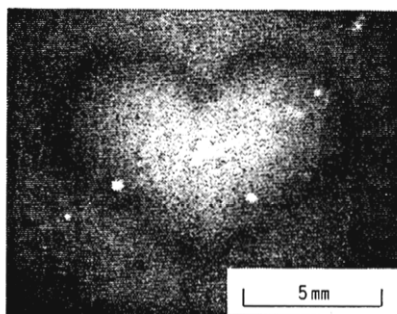


写真2 プラスチックフィルム上に作製したMO膜による画像表示例

能である。写真2に磁石をハート形に成形し、塗布型MO膜をその磁石の上に載せて観察した写真を示す。観察装置の基本的配置は第2図に示したものと同様である。ここで使った塗布型MO膜は、写真1のとときは異なり、プラスチックフィルム (PET) 上にアルミニウム反射膜を蒸着し、その上にBi-YIG微粒子を塗布して作製した。明瞭にハートマークを目視観察することができた。

また、このような塗布型MO膜を磁気記録媒体上に作製することにより、磁気ヘッドで直接可視画像を書き込むことが可能になる。写真3に、磁気ヘッドで磁気記録媒体へ書き込んだパターンを、塗布型MO膜を使って読み出した例を示す。

さらに、マルチトラックヘッドを使えば、画像や文字をMO膜に高速で書き込むことができる。不要となった画像は消去して再び書き込むことができ、一部分だけ修正することも可能である。第3図に文字パターン表示システムの構成例を

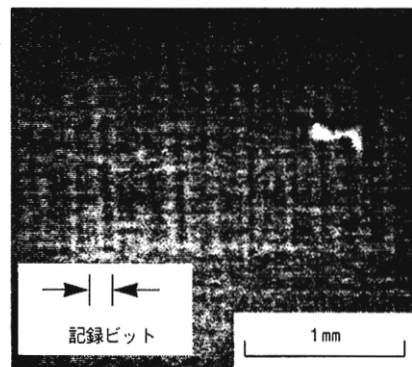
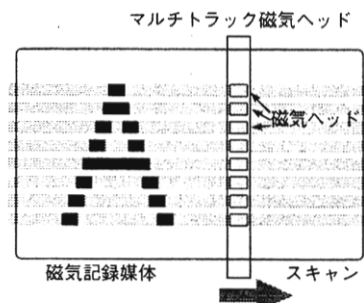


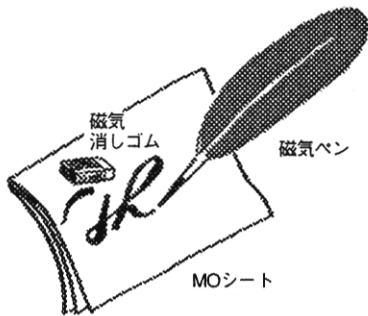
写真3 塗布型MO膜による磁気記録パターンの読み出し



第3図 マルチトラックヘッドによる画像の書き込み

示す。マルチトラック磁気ヘッドを使って、ドット状に磁気記録を行い、任意の文字や画像を表示できる。

この技術の発展として、大きなシート状のMO膜を作製し、書き換えおよび印刷可能な”次世代の紙”を作ることでもできるだろう。第4図に示すような、磁気ペンを使って書き込みが可能で、内容を目で見ることが出来る記録シートを構成することもできよう。



第4図 MOシートへの磁気ペンによる書き込みと消去

今後、順次試作を行っていく予定である。

カラーおよび立体画像表示への応用

さらに将来の発展として、MO膜へ磁気ヘッドを用いて画像を書き込むことにより、デジタル信号処理した画像データを直接表示媒体へ書き出すことが可能となり、カラーおよび立体画像に関する新しい機能を付与することが考えられる。

カラー画像を表示するためにはMO膜上に微小なRGBの画素領域を作る必要があるが、磁気ヘッドを用いて書き込む

場合には、RGB領域はドットとして作る必要はなく、それぞれのトラックを形成しておけばそれらの上を通るヘッドにより色信号を同時に書き込むことが可能である。また、磁気ヘッド書き込みでは、ビットの書き込み位置が正確にコントロールできるので、MO膜をレンチキュラーレンズと組み合わせて立体像の書き込みを行うことも可能と思われる。

むすび

極めて大きな磁気光学効果を示すBi-YIGを最適化した微粒子状態で合成し、可視領域で比較的大きな磁気光学効果を示す塗布膜を作製することに成功した。塗布法を適用したことにより、プラスチックフィルムをベースとする、大面積のMO膜を、スパッタ法にくらべて容易に、安価に作製することができることを示した。さらにこのMO膜を使って磁気パターンを、明瞭に表示することができた。

以上の結果より、従来の磁気光学材料の応用分野を新たに広げる可能性を示すことができたと考えている。

参考文献

- 1) N. Kawai, T. Hirano, E. Komuro, T. Namikawa and Y. Yamazaki : Preparation of Bi Substituted YIG Particles by Coprecipitation, Denki Kagaku, 62, 348-349 (1994).
- 2) N. Kawai, E. Komuro, T. Namikawa, Y. Yamazaki and T. Hirano : Preparation of Bi-YIG Particles for Display Devices, Proceedings of the 6th Joint MMM-INTERMAG Conference, Albuquerque NM (1994) in press.
- 3) 佐藤勝昭 : 現代人の物理 1 光と磁気, pp.1-4, 朝倉書店 (1988)
- 4) 伊藤彰義 他 : 日本応用磁気学会第73回研究会, 飛躍する光磁気ディスク, 日本応用磁気学会 (1992)
- 5) 平野, 河合, 小室, 並河, 山崎 : Bi 置換 YIG コーティング薄膜の作製(I), 第18回日本応用磁気学会講演概要集, 93 (1994)
- 6) 河合, 平野, 小室, 並河, 山崎 : 共沈法による Bi 置換 YIG 微粒子の作製 (II), 第18回日本応用磁気学会講演概要集, 92 (1994)
- 7) T.Hirano, N. Kawai, E. Komuro, T. Namikawa and Y. Yamazaki : Bi-YIG Magneto-Optical Coated Films, Proceedings of Magneto-Electronics International Symposium, NAGANO (1994) in press.
- 8) E. Komuro, T.Hirano, N. Kawai, T. Namikawa and Y. Yamazaki : Preparation of Magneto-Optical Coated Films, Proceedings of Magneto-Optical Recording International Symposium, TOKYO (1994) in press.
- 9) 日刊工業新聞, 1994/9/17.
- 10) 特許公開番号/平成 05-077543, 特許公開番号/平成 06-227111